

## PROCEDE ET DISPOSITIF DE TRAITEMENT DES INFORMATIONS PROVENANT D'EQUIPEMENTS PRIMAIRES DE VOL REDONDANTS

La présente invention est relative aux traitements des signaux fournis à un système de conduite du vol par des équipements primaires de vol doublés ou triplés par mesure de sécurité. Elle concerne plus particulièrement les traitements destinés à éviter les déconnexions 5 intempestives d'un automatisme d'un système de conduite du vol non justifiées par une panne réelle d'un équipement délivrant ou traitant les signaux utilisés par l'automatisme.

Un certain nombre d'informations de vol, dont l'attitude de l'aéronef, le module et l'orientation du vecteur vitesse de l'aéronef, et 10 l'altitude de l'aéronef sont essentielles au pilotage d'un aéronef. Ces informations sont fournies par des capteurs appartenant à des équipements embarqués dits "équipements primaires de vol". Au nombre des équipements primaires de vol, on compte les capteurs de pressions statique et dynamique et leur calculateur associé ("Air Data System" en anglo-saxon) permettant de 15 connaître la vitesse air de l'aéronef et la ou les centrales inertielles délivrant les accélérations et les vitesses angulaires de l'aéronef qui peuvent être réunis au sein d'un même équipement désigné par le sigle ADIRS (acronyme de l'expression anglo-saxonne "Air Data Inertial Reference System").

Les informations essentielles au pilotage sont exploitées sous une 20 forme brute ou prétraitée par un ou plusieurs systèmes de conduite du vol rassemblant des automatismes qui facilitent le pilotage en assurant soit des stabilisations d'attitude soit des suivis de consignes d'assiette, de cap, pente, route, altitude, vitesse, etc.. Le plus connu de ces automatismes est le pilote automatique et/ou directeur de vol.

Les équipements primaires de vol, comme les systèmes de 25 conduite du vol doivent présenter un taux de panne extrêmement faible qui n'est souvent atteint que par redondance, un même équipement étant doublé ou triplé de même qu'un système de conduite du vol, chaque exemplaire d'un même système de conduite du vol étant relié aux différents exemplaires des 30 équipements primaires de vol par des chaînes de traitement ayant pour fonction de choisir la version la plus crédible, parmi les différentes versions disponibles d'une même information, et de détecter toute discordance entre

les différentes versions disponibles d'une même information pouvant faire suspecter une panne non signalée de l'un des exemplaires de l'équipement primaire de vol à l'origine de l'information.

Usuellement, les équipements primaires de vol ainsi que les 5 chaînes de traitement sont en double exemplaire. Chaque chaîne de traitement fonctionne de façon indépendante des autres et comporte un dispositif de vote ayant pour fonction de choisir à chaque instant l'exemplaire de l'équipement de vol qui fournit l'information prise en compte par le ou les systèmes du vol. Ce dispositif de vote effectue son choix en appliquant un 10 critère de proximité par rapport à une valeur correspondant à la valeur médiane des versions disponibles d'une même information décalée d'un seuil arbitraire. Lorsque deux versions d'une même information ont des valeurs très proches, ce qui est le cas lorsque deux exemplaires d'un même équipement fonctionnent correctement, le dispositif de vote à tendance à 15 commuter aléatoirement d'un exemplaire à l'autre, ce qui introduit un bruit parasite de commutation pouvant perturber le fonctionnement des systèmes de conduite du vol. Il est connu de limiter cette commutation aléatoire en introduisant un certain seuil dans le fonctionnement du dispositif de vote.

Les informations de vol sont délivrées par les équipements 20 primaires de vol à des cadences, par exemple de l'ordre de 20 millisecondes, compatibles avec la vitesse de variation des paramètres de vol qu'ils mesurent, cela d'une manière asynchrone, deux exemplaires d'un même équipement fonctionnant de façons complètement indépendantes avec des horloges distinctes. Les systèmes de conduite du vol exploitent les 25 informations de vol délivrées par les équipements primaires de vol à une cadence plus basse adaptée à leur besoin, par exemple de l'ordre de 50 millisecondes, fondée sur la vitesse de réaction de l'aéronef à leurs consignes. Un prétraitement des informations issues des équipements primaires de vol est effectué dans les systèmes de conduite du vol à la 30 cadence la plus basse, pour réduire au minimum leur charge de calcul. Les asynchronismes entre les différents exemplaires d'un même équipement reliés à leurs entrées et entre leurs entrées et leur sortie sont pris en compte en début de chaîne par l'utilisation de mémoires tampon.

Dans le cas des chaînes de traitement doublées, la surveillance 35 du bon fonctionnement des chaînes de traitement et des équipements placés

en amont se fait par détection des discordances entre les versions d'une même information disponibles en sortie des deux chaînes de traitement. Lorsque cette discordance devient trop importante, on suspecte un mauvais fonctionnement non signalé de l'un des éléments des chaînes de traitement 5 ou de l'un des équipements placés en amont des chaînes de traitement et l'on préfère arrêter les automatismes dépendant des chaînes de traitement. Cela est obtenu à l'aide d'un circuit soustracteur placé en sorties des chaînes et suivi d'un comparateur à seuil. Le comparateur à seuil engendre, en cas de dépassement de son seuil par l'écart existant entre les versions d'une 10 même information disponibles en sortie des deux chaînes de traitement, une alarme conduisant à l'arrêt ou à la déconnexion des automatismes en fonctionnement des systèmes de conduite du vol utilisant l'information de sortie des chaînes.

Dans une architecture à chaîne de traitement doublée afin de 15 renforcer la sécurité, les dissymétries matérielles et logicielles, l'absence de synchronisation et le changement de cadencement entre entrées et sortie font que les bruits perturbant les signaux des équipements primaires de vol, comme les bruits dus à des vibrations parasites de la cellule de l'aéronef dans le cas des centrales inertielles, se propagent différemment le long des 20 deux chaînes et peuvent provoquer, par artefact, des discordances suffisantes pour déclencher le détecteur à seuil placé en sorties des deux chaînes signalant une possibilité de mauvais fonctionnement. Cela est encore plus vrai dans le cas de chaînes de traitement susceptibles de 25 dérives importantes comme celles comportant des circuits intégrateurs utilisés pour extraire une information de vitesse d'une information d'accélération, une information de position d'une information de vitesse, ou pour élaborer des termes de précision destinés aux commandes de gouverne en régime permanent.

30 La présente invention a pour but de réduire la fréquence des déconnexions intempestives d'automatismes d'un système de conduite du vol dues à des artefacts de chaînes de traitement d'informations primaires de vol doublées ou triplées pour renforcer la sécurité.

Elle a pour objet un procédé de traitement d'informations provenant d'un équipement primaire de vol monté à bord d'un aéronef, sous une forme échantillonnée à une première cadence, en vue d'être délivrée à un système de conduite du vol de l'aéronef, à une deuxième cadence inférieure à la première cadence, ce procédé étant remarquable en ce qu'il 5 consiste à soumettre les échantillons d'informations à un filtrage numérique antibruit réalisé à la première cadence d'échantillonnage.

Avantageusement, le filtrage numérique antibruit est un filtrage anti-repliement bloquant les composantes indésirables ayant des fréquences 10 inférieures à la moitié de la première cadence d'échantillonnage et supérieures à la moitié de la deuxième cadence d'échantillonnage

Avantageusement, le filtrage numérique antibruit est un filtrage passe-bas du premier ordre.

15 Avantageusement, le filtrage numérique antibruit est un filtrage passe-bas du deuxième ordre.

Avantageusement, le filtrage numérique antibruit est un filtrage passe-bas ou coupe-bande de type Butterworth.

20 Avantageusement, lorsque les informations traitées provenant d'un équipement primaire de vol sont affectées d'un bruit présentant des pics d'énergie, le filtrage antibruit est un filtrage à bandes coupées correspondant aux pics d'énergie du bruit.

Avantageusement, le filtrage numérique met en œuvre une fonction de transfert dépendant de la configuration de vol de l'aéronef.

25 Avantageusement, le filtre antibruit est un filtre à moyenne glissante opérant sur plusieurs échantillons.

L'invention a également pour objet un dispositif de mise en œuvre du procédé précité.

30 D'autres avantages et caractéristiques de l'invention ressortiront de la description ci-après d'un mode de réalisation de l'invention donné à titre d'exemple. Cette description sera faite en regard du dessin dans lequel :

35 - une figure 1 représente une architecture redondante employée, dans l'état antérieur de la technique, pour une chaîne de traitement de l'information accélération latérale fournie par une

centrale inertielle en vue de la mettre à disposition d'un automatisme stabilisateur de lacet,

- des figures 2a à 2d sont des diagrammes de courbes illustrant l'évolution des écarts entre les dérives de fonctionnement des deux chaînes de traitement de l'architecture redondante de la figure 1 en présence de signaux de capteurs fortement bruités et les déconnexions intempestives en résultant pour l'automatisme stabilisateur de lacet,
- une figure 3 représente une architecture redondante selon l'invention pour une chaîne de traitement de l'information accélération latérale fournie par une centrale inertielle en vue de la mettre à disposition d'un automatisme stabilisateur de lacet, et
- des figures 4a à 4d sont des diagrammes de courbes illustrant les dérives de fonctionnement maîtrisées des deux chaînes de traitement de l'architecture redondante de la figure 3 et les blocages très peu fréquents en résultant pour l'automatisme stabilisateur de lacet.

La figure 1 montre un type connu d'architecture redondante utilisée pour la génération d'une information d'accélération latérale intégrée YD à destination d'un automatisme stabilisateur de lacet faisant partie d'un système de conduite du vol et ayant pour fonction d'amortir les oscillations de lacet de l'aéronef et d'annuler l'angle de dérapage de l'aéronef. Cette architecture redondante met à profit une information accélération latérale  $y_l$  délivrée en parallèle et de manière indépendante par deux exemplaires 10, 11 de centrale inertielle INS pour engendrer également de manière indépendante deux versions d'une information de commande d'anti-dérapage YD toutes deux destinées à l'automatisme stabilisateur de lacet. La surveillance constante de l'écart entre les deux versions fournies YDa et YDb de l'information de commande est utilisée comme test de bon fonctionnement des éléments de l'architecture redondante de l'automatisme stabilisateur de lacet. Ce type d'architecture redondante renferme deux chaînes parallèles FGMa et FGMb fonctionnellement identiques, implantées sur des modules matériels distincts.

Les deux exemplaires 10, 11 de centrale inertielle INS délivrent, sous une forme numérique, et à une cadence de répétition de 50 Hz (périodicité de 20 ms), deux versions  $\gamma l1$  et  $\gamma l2$  de l'information accélération latérale. Leurs flux de données ne sont ni totalement identiques ni synchronisés car ils sont soumis à des ambiances vibratoires différentes du fait de leurs installations en des endroits différents de la cellule de l'aéronef et fonctionnent indépendamment l'un de l'autre avec des horloges indépendantes.

Les deux chaînes parallèles de traitement FGMa, FGMb utilisent les deux versions  $\gamma l1$  et  $\gamma l2$  de l'information accélération latérale délivrées de manière asynchrone et à une cadence de répétition de 50 Hz (périodicité de 20 ms) par les deux exemplaires 10, 11 de centrale inertielle INS pour engendrer par intégration, avec une cadence de répétition de 20 Hz (périodicité de 50 ms), deux versions de l'information de commande d'anti-dérapage YDa, YDb.

Chaque chaîne de traitement FGMa, FGMb comporte en entrée une double mémoire tampon 20, 21, suivie d'un circuit de vote 30, 31, d'un amplificateur 40, 41 et d'un intégrateur 50, 51.

Les doubles mémoires tampon 20, 21 sont chargées à une cadence de 20 Hz avec des paires d'échantillons de l'informations accélération latérale, les deux échantillons d'une même paire provenant l'un de l'exemplaire 10 et l'autre de l'exemplaire 11 de centrale inertielle INS et correspondant à l'information accélération latérale  $\gamma l1$  et  $\gamma l2$  délivrée par les deux exemplaires 10, 11 de centrale inertielle pour une même tranche de temps.

Les circuits de vote 30, 31, sélectionnent, chaque fois que de besoin, c'est-à-dire toutes les 20 ms, dans la double mémoire tampon 20, 21 placée en amont, l'un des échantillons de la dernière paire d'échantillons d'information accélération latérale inscrite. Pour cette sélection, ils mettent en œuvre un critère de choix arbitraire consistant en un mécanisme de vote tel que celui décrit en préambule. Les circuits amplificateurs 40, 41 suivis des circuits intégrateurs 50, 51 permettent d'extraire, par intégration, des échantillons retenus par les circuits de vote 30, 31, deux versions échantillonnées YDa et YDb d'une information de commande d'anti-dérapage

destinée à un automatisme amortisseur de lacet d'un système de conduite du vol.

En sorties des deux chaînes de traitement FGMa et FGMb, on trouve un circuit soustracteur 60, alimentant un comparateur à seuil 61 qui 5 reçoit son seuil d'un registre 62 et qui délivre un ordre de blocage des automatismes alimentés par les deux chaînes de traitement FGMa et FGMb en cas de détection d'un dépassement du seuil par l'écart existant entre échantillons de même rang provenant des deux chaînes. En effet, un écart trop important entre échantillons de même rang de l'information de 10 commande d'anti-dérapage provenant des deux chaînes de traitement peut faire craindre un mauvais fonctionnement de l'un des circuits des deux chaînes de traitement FGMa et FGMb.

En l'absence de bruits de capteurs, l'architecture redondante qui vient d'être décrite relativement à la figure 1 permet d'alimenter de manière 15 sûre les automatismes d'un système de conduite du vol. Par contre, en présence de signaux de capteurs fortement bruités, comme cela se rencontre avec des centrales inertielles perturbées par des phénomènes vibratoires affectant la structure de l'aéronef, notamment lors de la sortie des trains d'atterrissement, de la sortie de volets ou d'aérofreins, d'ouverture de 20 porte de soute, d'emport de charge extérieure, etc., cette architecture conduit à des émissions d'ordres intempestifs de découplage d'automatisme.

On peut s'en rendre compte par l'étude des diagrammes des figures 2a à 2d relatifs au fonctionnement sur une même période de temps des deux chaînes de traitement FGMa et FGMb, en l'absence de panne, 25 avec des signaux d'entrée fortement bruités issus de centrales inertielles en bon état de fonctionnement mais soumises à des vibrations parasites de la cellule de l'aéronef. Le diagramme de la figure 2a représente un signal fortement bruité  $y1$  issu de l'un 10 des deux exemplaires de centrale inertuelle INS affecté par des vibrations parasites de la cellule de l'aéronef. Le 30 diagramme de la figure 2b représente le signal fortement bruité  $y2$  issu de l'autre 11 des deux exemplaires de centrale inertuelle INS également soumis à des vibrations parasites de la cellule de l'aéronef. Les évolutions générales des signaux  $y1$  et  $y2$  sont les mêmes mais les bruits qui les affectent sont différents, les centrales inertielles qui les délivrent n'ayant pas le même 35 environnement vibratoire du fait qu'elles ne sont pas montées exactement au

même emplacement dans la cellule de l'aéronef. Le diagramme de la figure 2c représente les deux versions YDa et YDb de l'information de commande d'anti-dérapage délivrées par les deux chaînes FGMa et FGMb en réponse aux signaux  $\gamma l1$  et  $\gamma l2$ . L'évolution relative de l'écart entre les deux versions 5 YDa et YDb due à la lente dérive des circuits intégrateurs 50 et 51 est aggravée par les effets, sur les dissymétries matérielles et logicielles des deux chaînes de traitement FGMa et FGMb, des bruits vibratoires affectant les signaux  $\gamma l1$  et  $\gamma l2$ . Le diagramme de la figure 2d montre l'état résultant de l'ordre de blocage B engendré par le comparateur à seuil 61 à destination 10 des automatismes dépendant des chaînes de traitement. On remarque, en milieu de diagramme, des ordres intempestifs de blocage d'automatisme.

Pour réduire la fréquence des ordres intempestifs de blocage des automatismes dépendant de chaînes redondantes de traitement, on propose de placer un filtre antibruit en amont des circuits de vote. L'architecture 15 redondante utilisée pour la génération d'une information de commande d'anti-dérapage YD à destination d'un automatisme stabilisateur de lacet faisant partie d'un système de conduite du vol est alors modifiée conformément à la figure 3. Dans cette figure 3, les éléments inchangés par rapport à la figure 1, c'est-à-dire les deux exemplaires de centrale inertielle, 20 les circuits de vote et les circuits disposés en aval des circuits de vote, conservent les mêmes indexations tandis que les circuits déjà présents mais ayant changé de cadencement reprennent la même affectation affectée d'un prime.

L'architecture redondante de la figure 3 se distingue de celle de la 25 figure 1 par la présence dans les deux chaînes de traitement FGM'a et FGM'b, de deux doubles filtres anti-bruit 70, 71 intercalés entre les circuits de vote 30, 31 et les doubles mémoires tampon 20', 21' et par le fait que les doubles mémoires tampon 20' et 21' fonctionnent à la cadence de 50 Hz qui est celle des données émises par les deux exemplaires 10, 11 de centrale 30 inertielle et non à la cadence de 20 Hz des signaux de sortie des chaînes de traitement.

Chaque double filtre anti-bruit 70 ou 71 filtre en parallèle, les deux suites d'échantillons délivrées par les deux exemplaires 10, 11 de centrale inertielle INS, à la cadence de ces suites, sans sous-échantillonnage mais

sous le contrôle de sa propre horloge non synchronisée avec l'une ou l'autre des horloges des exemplaires 10, 11 de centrale inertie.

Les doubles mémoires tampon 20' et 21' passant à la cadence supérieure des données émises par les deux exemplaires 10, 11 de centrale inertie INS, ne servent plus au sous-échantillonnage mais uniquement à la prise en compte des absences de synchronisme entre les horloges à la même fréquence des deux exemplaires 10, 11 de centrale inertie INS et des doubles filtres anti-bruit 70, 71.

Les doubles filtres anti-bruit 70, 71 sont des filtres numériques fonctionnant à la cadence de 50 Hz des suites de données issues des deux exemplaires 10, 11 de centrale inertie INS, donc avant sous-échantillonnage, en vue d'éviter à leur niveau, des problèmes éventuels posés par les repliements de bande accompagnant un sous-échantillonnage. Le sous-échantillonnage permettant de passer à la cadence de 20 Hz des échantillons de sortie des deux chaînes de traitement FGM'a et FGM'b se fait au niveau des sorties des doubles filtres antibruit 70, 71 dont les registres servent également de mémoires tampon.

Les fonctions de transfert des doubles filtres antibruit 70, 71 sont choisies de manière à bloquer au mieux les bruits affectant les signaux des deux exemplaires 10, 11 de centrale inertie INS1, INS2, en portant le moins possible atteinte aux signaux utiles. Elles sont choisies après étude de l'environnement vibratoire de chaque exemplaire de centrale inertie en fonction des configurations de vol de l'aéronef plus particulièrement propice à l'apparition de vibrations sur la cellule, telles que des configurations trains d'atterrissement sortis, volets sortis, aérofreins sortis, porte de soute ouverte, emport de charge extérieure, etc.. Elles peuvent même être changées en fonction de la configuration de vol en cours. Elles sont avantageusement de type passe-bas ou coupe-bande et d'un ordre quelconque fonction de la raideur de la coupure désirée. (1<sup>er</sup>, 2<sup>ème</sup> ordre, Butterworth, etc.). Elles peuvent aussi être obtenue par moyenne glissante sur un nombre quelconque d'échantillons.

Lorsque les bruits gênants sont des bruits à large bande ramenés dans la bande utile par le phénomène de repliement résultant du sous-échantillonnage permettant de passer de la cadence d'échantillonnage de 50 Hz des exemplaires 10, 11 de centrale inertie à la cadence

d'échantillonnage de 20 Hz de sortie des chaînes de traitement FGM'a, FGM'b, la fonction de transfert choisie pour les doubles filtres anti-bruit est celle d'un filtre anti-repliement. Ce filtre anti-repliement peut être ajusté pour bloquer les composantes de fréquence inférieure à la moitié de la première 5 fréquence d'échantillonnage de 50 Hz et de fréquence supérieure à la moitié de la deuxième fréquence d'échantillonnage de 20 Hz.

Lorsque les bruits gênants sont dus à des vibrations de résonance de la cellule de l'aéronef à des fréquences précises dans la bande des signaux utiles, la fonction de transfert adoptée pour les doubles filtres anti- 10 bruit peut être de type coupe-bande ou bouchon, avec une ou plusieurs fréquences d'arrêt placées au niveau des fréquences des vibrations de résonance se développant dans la cellule de l'aéronef aux emplacements des exemplaires 10, 11 de centrale inertielle.

Un double filtre antibruit 70 ou 71 ainsi que la commande de la 15 double mémoire tampon 20' ou 21' qui le précède et réalise les acquisitions des échantillons de l'information accélération latérale délivrés par les deux exemplaires 10, 11 de centrale inertielle INS peuvent faire l'objet dans chaque chaîne FGM d'une même tâche logicielle exécutée à la même cadence.

20 Les diagrammes des figures 4a à 4d illustrent l'amélioration apportée par les filtres anti-bruit. Ils sont tracés sur la même période de temps et avec les mêmes signaux d'entrée fortement bruités que ceux des figures 2a à 2d, toujours en l'absence de panne des centrales inertielles et des chaînes de mesure. Le diagramme de la figure 4a représente le signal  $\gamma^l_1$  provenant après filtrage antibruit de l'un 10 des deux exemplaires de 25 centrale inertielle INS affectée par des phénomènes vibratoire parasites de la cellule de l'aéronef. Le diagramme de la figure 4b représente le signal  $\gamma^l_2$  provenant, après filtrage anti-bruit, de l'autre 11 des deux exemplaires de centrale inertielle INS également affectée par des phénomènes vibratoires 30 parasites de la cellule de l'aéronef. Les effets des filtrages anti-bruit rendent plus apparentes les évolutions générales des signaux  $\gamma^l_1$  et  $\gamma^l_2$  et leur ressemblance. Le diagramme de la figure 4c représente les deux versions YDa et YDb de l'information de commande d'anti-dérapage délivrées par les 35 deux chaînes FGMA et FGMB en réponse aux signaux  $\gamma^l_1$  et  $\gamma^l_2$ . Les filtrages anti-bruit ralentissent considérablement l'évolution de l'écart entre les deux

versions YDa et YDb au cours de la lente dérive des circuits intégrateurs 50 et 51, au point de supprimer les ordres intempestifs de blocage des automatismes comme le montre le diagramme de la figure 4d représentant l'état de sortie du comparateur à seuil 61.

5 L'architecture redondante à doubles filtres anti-bruit qui vient d'être décrite peut être utilisée avec tout système de conduite du vol recevant des informations primaires de vol, de chaînes de traitement redondantes ayant, par nature, une capacité de dérive importante due à des termes de précision comportant des intégrateurs, comme celles traitant des informations en 10 provenance de centrale inertielles IRS, AHRS ou de bloc accélérométriques et cela dans tout aéronef, que ce soit un avion, un hélicoptère, un drone, un missile, etc..

**REVENDICATIONS**

1. Procédé de traitement d'informations ( $\gamma_1$ ,  $\gamma_2$ ) provenant, d'un équipement primaire de vol (10, 11) monté à bord d'un aéronef, sous une forme échantillonnée à une première cadence en vue d'être délivrées après traitement ( $Y_{da}$ ,  $Y_{db}$ ), à un système de conduite du vol de l'aéronef, sous une forme échantillonnée à une deuxième cadence inférieure à la première cadence, caractérisé en ce qu'il consiste à soumettre les échantillons d'informations provenant d'équipement primaire de vol (10, 11) à un filtrage numérique antibruit (70, 71) réalisé à la première cadence d'échantillonnage.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le filtrage numérique antibruit (70, 71) est un filtrage anti-repliement bloquant les composantes de fréquences supérieures à la moitié de la deuxième cadence d'échantillonnage.

3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le filtrage numérique antibruit (70, 71) est un filtrage anti-repliement bloquant les composantes de fréquences inférieures à la moitié de la première cadence d'échantillonnage.

4. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le filtrage numérique antibruit (70, 71) est un filtrage anti-repliement bloquant les composantes de fréquences supérieures à la moitié de la deuxième cadence d'échantillonnage et celles de fréquence inférieure à la moitié de la première cadence d'échantillonnage.

5. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le filtrage numérique antibruit (70, 71) est un filtrage passe-bas du premier ordre.

6. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le filtrage numérique antibruit (70, 71) est un filtrage passe-bas du deuxième ordre.

7. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le filtrage numérique antibruit (70, 71) est un filtrage passe-bas de type Butterworth.

5 8. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le filtrage numérique antibruit (70, 71) est un filtrage coupe-bande de type Butterworth.

10 9. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que, lorsque les informations traitées provenant d'un équipement primaire de vol sont affectées d'un bruit présentant des pics d'énergie, le filtrage numérique antibruit (70, 71) est un filtrage à bandes coupées correspondant aux pics d'énergie du bruit.

15 10. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le filtrage numérique anti-bruit (70, 71) est un filtrage à moyenne glissante opérant sur plusieurs échantillons

20 11. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le filtrage numérique anti-bruit (70, 71) met en oeuvre une fonction de transfert dépendant de la configuration de vol de l'aéronef.

25 12. Dispositif à architecture redondante à deux chaînes parallèles (FGM'a, FGM'b) pour le traitement de signaux d'équipements primaires de vol (10, 11) monté à bord d'un aéronef, lesdits signaux étant disponibles à une première cadence, sous une forme échantillonnée et en plusieurs exemplaires ( $y_1^1, y_1^2$ ) et destinés à être délivrées après traitement, toujours en plusieurs exemplaires ( $Y_{da}, Y_{db}$ ), à un système de conduite du vol de l'aéronef, sous une forme échantillonnée à une deuxième cadence inférieure à la première cadence, caractérisé en ce qu'il comporte, en tête de chaque chaîne (FGM'a, FGM'b), à la suite d'une mémoire tampon multiple (20', 21'), un filtre numérique anti-bruit multiple (70, 71) filtrant en parallèle les différents exemplaires disponibles de signaux d'équipement primaires de vol (10, 11) et fonctionnant, comme la mémoire tampon multiple (20', 21') à la première cadence d'échantillonnage.

13. Dispositif selon la revendication 12, caractérisé en ce que le filtre numérique antibruit multiple (70, 71) est un filtre anti-repliement bloquant les composantes de fréquences supérieures à la moitié de la deuxième cadence d'échantillonnage.

5

14. Dispositif selon la revendication 12, caractérisé en ce que le filtre numérique antibruit multiple (70, 71) est un filtre anti-repliement bloquant les composantes de fréquences inférieures à la moitié de la première cadence d'échantillonnage.

10

15. Dispositif selon la revendication 12, caractérisé en ce que le filtre numérique antibruit multiple (70, 71) est un filtre anti-repliement bloquant les composantes de fréquences supérieures à la moitié de la deuxième cadence d'échantillonnage et celles de fréquence inférieure à la moitié de la première cadence d'échantillonnage.

15

16. Dispositif selon la revendication 12, caractérisé en ce que le filtre numérique antibruit multiple (70, 71) est un filtre passe-bas du premier ordre.

20

17. Dispositif selon la revendication 12, caractérisé en ce que le filtre numérique antibruit multiple (70, 71) est un filtre passe-bas du deuxième ordre.

25

18. Dispositif selon la revendication 12, caractérisé en ce que le filtre numérique antibruit multiple (70, 71) est un filtre passe-bas de type Butterworth.

30

19. Dispositif selon la revendication 12, caractérisé en ce que le filtre numérique antibruit multiple (70, 71) est un filtre coupe-bande de type Butterworth.

35

20. Dispositif selon la revendication 12, caractérisé en ce que, lorsque les informations traitées provenant d'équipements primaires de vol sont affectées d'un bruit présentant des pics d'énergie, le filtre numérique

antibruit multiple (70, 71) est un filtre à bandes coupées correspondant aux pics d'énergie du bruit.

21. Dispositif selon la revendication 12, caractérisé en ce que le filtre numérique anti-bruit multiple (70, 71) est un filtre à moyenne glissante opérant sur plusieurs échantillons

22. Dispositif selon la revendication 12, caractérisé en ce que le filtre numérique anti-bruit multiple (70, 71) a une fonction de transfert dépendant de la configuration de vol de l'aéronef.

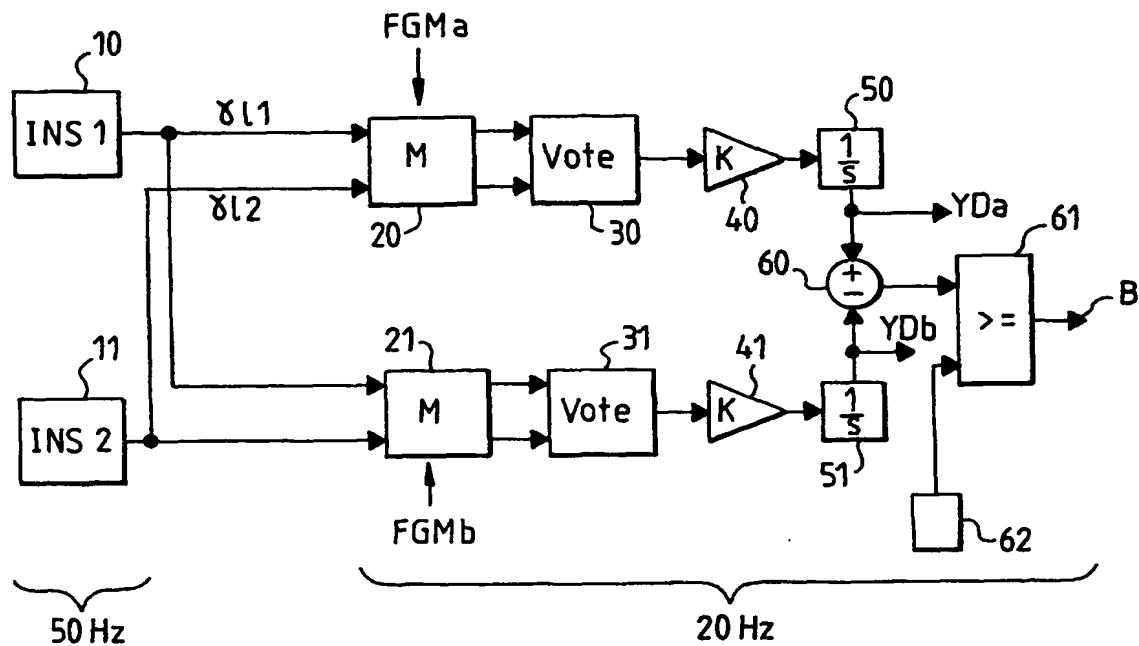


FIG.1

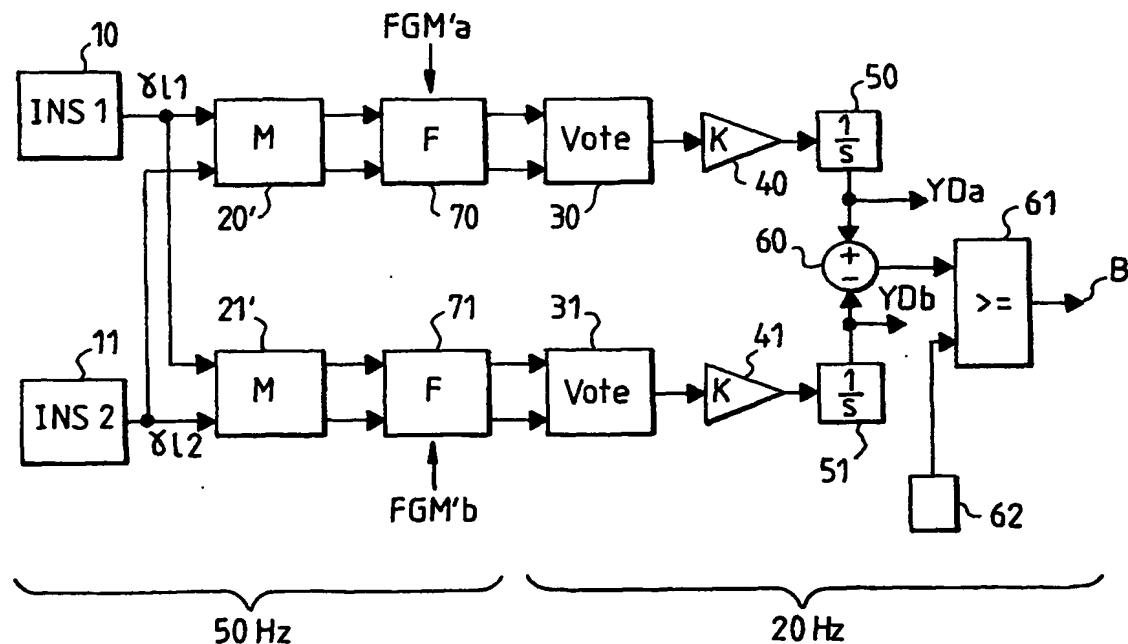


FIG.3

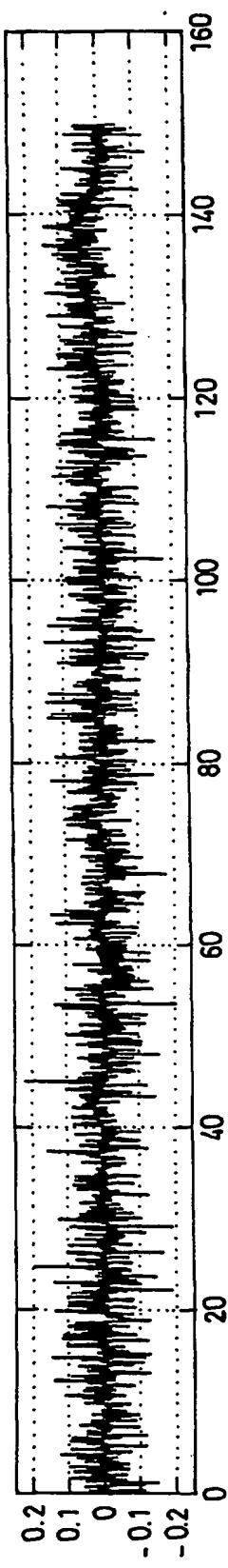
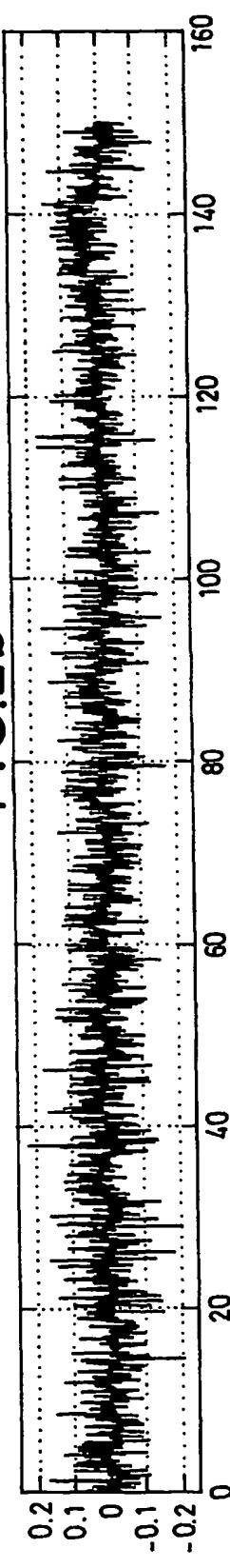
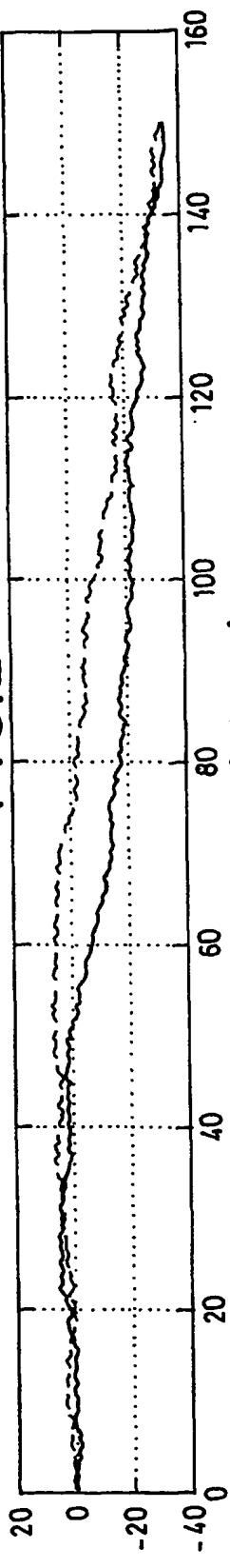
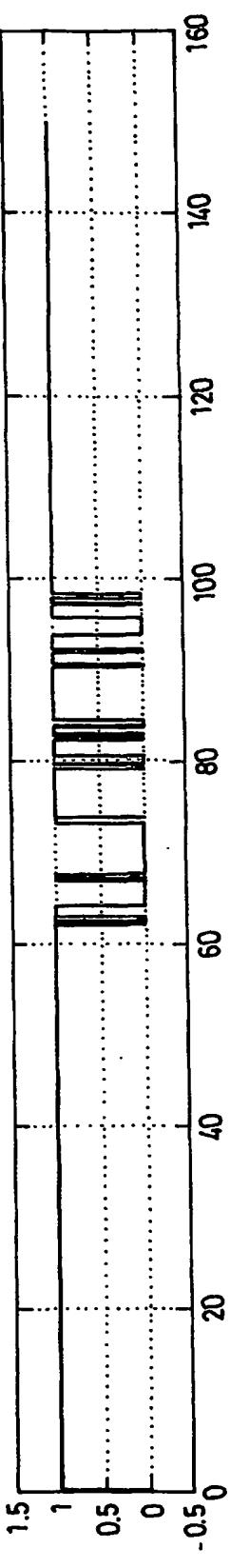
**FIG. 2a****FIG. 2b****FIG. 2c****FIG. 2d**

FIG. 4a

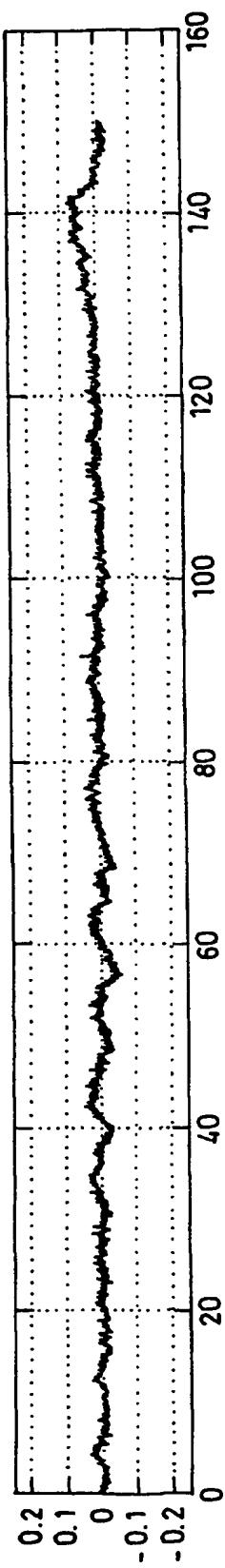


FIG. 4b

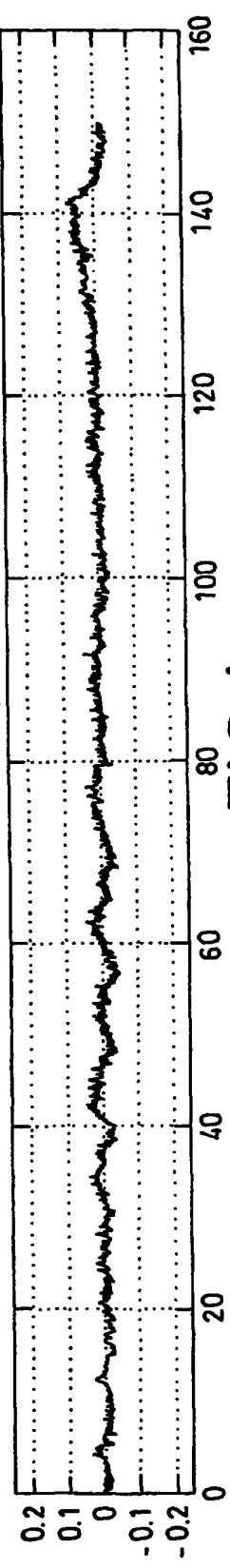


FIG. 4c

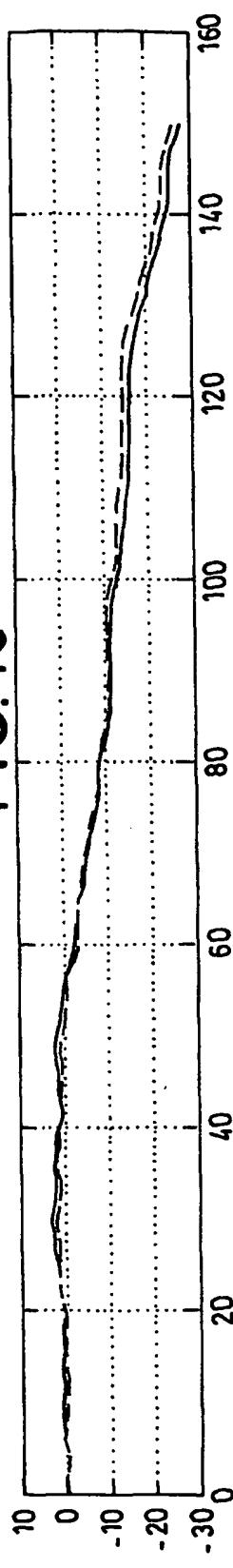
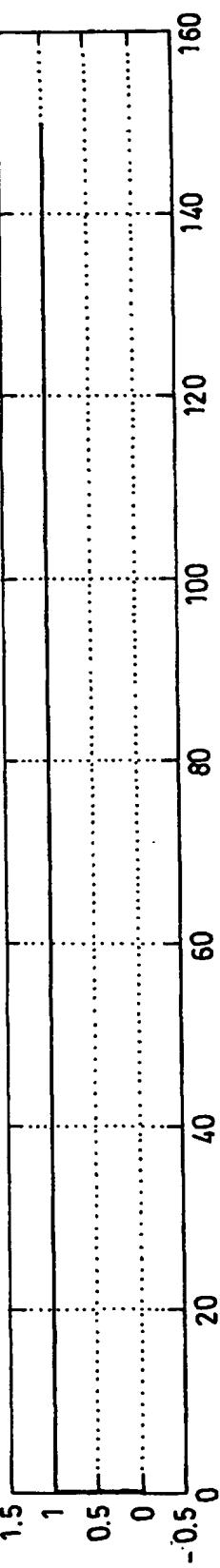


FIG. 4d



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2004/050902

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 G06F11/16 G05D1/00 H03H17/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 G06F G05D H03H G05B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 913 746 A (HONEYWELL INC) 6 May 1999 (1999-05-06) figures 2A,3 paragraphs '0038! - '0042! -----	1-22
A	EP 1 205 732 A (THALES) 15 May 2002 (2002-05-15) figure 1 paragraphs '0024! - '0029! -----	1,12
A	EP 0 743 583 A (BOEING CO) 20 November 1996 (1996-11-20) figure 2 column 4, line 38 - column 5, line 42 -----	1,12

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the International filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the International filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the International filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the International search

8 September 2004

Date of mailing of the International search report

22/09/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Chave, J

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2004/050902

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
EP 0913746	A	06-05-1999	EP	0913746 A2		06-05-1999
EP 1205732	A	15-05-2002	FR	2816703 A1		17-05-2002
			EP	1205732 A2		15-05-2002
EP 0743583	A	20-11-1996	US	5881971 A		16-03-1999
			DE	69605478 D1		13-01-2000
			DE	69605478 T2		06-04-2000
			EP	0743583 A2		20-11-1996
			JP	8310493 A		26-11-1996

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale No  
PCT/EP2004/050902

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE  
CIB 7 G06F11/16 G05D1/00 H03H17/06

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

## B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)  
CIB 7 G06F G05D H03H G05B

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	EP 0 913 746 A (HONEYWELL INC) 6 mai 1999 (1999-05-06) figures 2A,3 alinéas '0038! - '0042!	1-22
A	EP 1 205 732 A (THALES) 15 mai 2002 (2002-05-15) figure 1 alinéas '0024! - '0029!	1,12
A	EP 0 743 583 A (BOEING CO) 20 novembre 1996 (1996-11-20) figure 2 colonne 4, ligne 38 - colonne 5, ligne 42	1,12



Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents



Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

### \* Catégories spéciales de documents cités:

- \*A\* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- \*E\* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- \*L\* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- \*O\* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- \*P\* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- \*T\* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- \*X\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- \*Y\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- \*&\* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

8 septembre 2004

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

22/09/2004

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale  
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax. (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Chave, J

**RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE**

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande Internationale No

PCT/EP2004/050902

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication		Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 0913746	A	06-05-1999	EP	0913746 A2	06-05-1999
EP 1205732	A	15-05-2002	FR	2816703 A1	17-05-2002
			EP	1205732 A2	15-05-2002
EP 0743583	A	20-11-1996	US	5881971 A	16-03-1999
			DE	69605478 D1	13-01-2000
			DE	69605478 T2	06-04-2000
			EP	0743583 A2	20-11-1996
			JP	8310493 A	26-11-1996